

**Experimentelle Untersuchungen über
das elastische Verhalten des
Myometrium in verschiedenen
Funktionszuständen**

Eberhard Kalhammer

Druck : Anneliese Schubert, München 5, Corneliusstraße 21, Telefon 221777



Digitized by the Internet Archive
in 2026

AUS DER I. FRAUENKLINIK DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN
Direktor: Professor Dr. W. BICKENBACH

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DAS ELASTISCHE VERHALTEN
DES MYOMETRIUM IN VERSCHIEDENEN FUNKTIONSZUSTÄNDEN

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfasst und einer Hohen Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Eberhard Kalhammer
aus Sonthofen/Allgäu



München 1959

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Referent: Professor Dr. W. BICKENBACH
Dekan: Professor Dr. K. KOLLE

Tag der mündlichen Prüfung: 30. Juni 1959

SINACOTIUM

MEINEN LIEBEN ELTERN

EINLEITUNG

Die Erforschung des Myometrium musste sich lange Zeit damit begnügen, die regulatorischen Einflüsse der Ovarialhormone auf dessen Morphologie und Funktion in rein deskriptiver Form aufzuzeigen. Erst die modernen Erkenntnisse und apparative Neuerungen auf dem Gebiet der Histologie, Biochemie und Elektrophysiologie erlaubten eine exakte, schrittweise Grundlagenforschung, wie wir sie von anderen Organen her kennen.

Unsere Kenntnis über die Struktur und das Wachstum des Myometrium verdanken wir besonders S. R. M. REYNOLDS (10).

A. CSAPO (2) verschaffte uns durch seine grundlegenden biochemischen Arbeiten einen Einblick in das Wesen der Kontraktilität der Uterusmuskulatur. Er dehnte die Untersuchungen A. SZENT-GYORGIY's (12) auf dem Gebiet der Herz- und Skelettmuskulatur auf die Uterusmuskulatur aus und wies dabei auf die Bedeutung hin, die dem Zusammenspiel zwischen kontraktilen Eiweiss (Aktotropomyosin) und den energiereichen Phosphaten (ATP) zukommt.

In einer neueren Arbeit versucht A. CSAPO (3) die Östrogen- und Progesteroneinflüsse auf die Kontraktilität zu deuten: Er fand im Tierversuch eine Anreicherung von ATP und Aktotropomyosin im Myometrium unter dem Einfluss von Östrogen. Die Wirkungsweise des schwangerschaftserhaltenden Progesteron sieht CSAPO in einer Änderung der Membranpermeabilität und zwar im Sinne einer Erniedrigung des Na/K-Quotienten.

Die beschriebenen Befunde reichen jedoch nicht aus, die gestationsbedingten Leistungen dieses Organs - insbesondere seine Längen- und Volumensänderung - zu erklären.

Vielmehr kommen dem Myometrium noch rein mechanische Eigenschaften zu, wie wir sie vom Herz- und Skelettmuskel bereits kennen. REICHEL, ZIMMER und BLEICHERT (9). Es handelt sich dabei um die Eigenschaften der Elastizität, der Plastizität und der Viskosität. Hier soll die Elastizität des Myometriums in verschiedenen Funktionszuständen experimentell untersucht werden.

Der Arbeit liegen Versuche an Uteri normaler geschlechtsreifer, kastrierter und schwangerer Kaninchen zugrunde.

MATERIAL UND METHODIK

Als Versuchstiere dienten mir geschlechtsreife Kaninchen. Die Tiere entstammten nicht der selben Zucht und gehörten verschiedenen Rassen an. Jedem meiner Versuche ging entweder eine Hysterektomia abdominalis oder die Tötung eines Tieres voraus. Die dabei gewonnenen Muskelstücke wurden sofort in ein Gefäß mit sauerstoffdurchperlter physiologischer Lösung nach FLEISCH (4) von 37°C verbracht.

Zur vergleichenden Untersuchung der Elastizität von Muskulatur stehen uns grundsätzlich zwei Methoden zur Verfügung:

Bei der von BUCHTHAL und KAISER (1) angegebenen Methode handelt es sich um sinusförmige periodische Längenänderungen, die mit dem isometrisch aufgehängten Muskel in schneller Folge aufgezwungen werden. Die dabei auftretenden Spannungsamplituden erlauben Rückschlüsse auf die Elastizität des Muskels. Diese Methode ermöglicht eine exakte, knötchenfreie Registrierung der Spannung nur, wenn Präparate von sehr geringer Länge verwendet werden. Aus diesem Grund hat sich die Methode für meine Untersuchungen nicht bewährt.

REICHEL, ZIMMER und BLEICHERT (9) verwandten bei ihren Herz- und Skelettmuskeluntersuchungen eine einmalige Entdehnung des isometrisch angeordneten Muskelpräparates, wie sie erstmals von GASSER und A. V. HILL (5) bei der Untersuchung des "Release-Recovery-Phänomen" beschrieben wurde. Die Grösse des dabei auftretenden Spannungsabfalles Δk ist abhängig von der Ausgangsspannung k_1 und stellt ein Mass für die Steifheit des untersuchten Objektes dar. Die letztere Methode hat sich für Untersuchungen am Uterusmuskel bewährt. Sie fand bei meinen Experimenten Verwendung.

Die Versuchsanordnung bestand im wesentlichen aus einem Tensiometer mit Registriereinrichtung (Abb. 1). Der Muskel befindet sich dabei zwischen einer Blattfeder (14), die gleichzeitig als Spannungsmesser dient, und einem Längenhebel (8), der zur Registrierung der Länge verwandt wird, in isometrischer Anordnung. Ein Ende des Längenhebels ist an einem Metallblock fixiert. Das andere Ende, das die untere Befestigungsvorrichtung für das Präparat trägt, sitzt verstellbar auf einem Excenter (3), dessen Achse (2) über eine Schleifkupplung mit einem Elektromotor in Verbindung steht. Ein Arre-

tierungshebel (16) hindert die Excenterachse bei laufendem Motor an der Rotation. Bei Lösung der Arretierung wird die Achse um einen bestimmten Winkelausschlag (weniger als 180°) in einer Richtung bis zum Anschlag (18) bewegt.

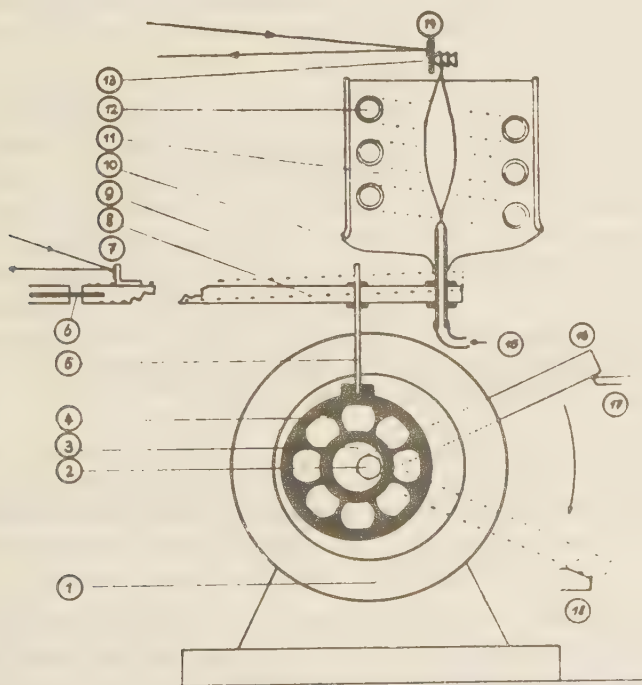


Abb. 1: Schema der Versuchsanordnung.

1 Achsenlager, 2 Achse, 3 Excenter, 4 Kugellager, 5 Stahldraht, 6 Blattfeder zur Fixierung des Längenhebels, 7 Spiegel (Länge), 8 Längenhebel, 9 Stellschrauben, 10 Kondomgummi, 11 Glaszylinder mit Lösung, 12 Heizschlange, 13 Blattfeder als Spannungsschreiber, 14 Spiegel (Spannung), 15 Sauerstoffzuführung, 16 Arretierhebel, 17 Arretierung, 18 Anschlag.

Aus der sinusförmigen Bewegung, die der Längenhebel bei einer Achsendrehung um 360° beschreiben würde, wird ein einstellbarer Teil herausgegriffen. Man erhält so eine nach Zeit und Grösse exakt definierte Bewegung des Längenhebels, die im Experiment zur "momentanen Verkürzung" der bestehenden Muskellänge um immer den selben Betrag Verwendung findet. Der Excenter ist so eingestellt, dass die Längenänderung Δl immer 0,3 mm beträgt. Das entspricht etwa 5 % der Muskellänge. Der Release-Vorgang dauert im allgemeinen 3/10 Sekunden.

Das Muskelpräparat wird von einem Glaszylinder umgeben, der nach unten durch einen Kondomgummi verschlossen ist und mit FLEISCH'scher Lösung gefüllt wird. So befindet sich der Muskel während des Experimentes in isotonischer Salzlösung, die ständig von Sauerstoff durchperlt wird. Die Temperatur der Lösung wird durch eine Heizschlange dauernd körperlarm konstant gehalten. Die Heizschlange ist an die Umlaufpumpe eines Thermostaten angeschlossen. Länge und Spannung werden optisch registriert. Kleine Spiegel an Blattfeder und Längenhebel werfen den Lichtstrahl von Spaltlampen in ein HELIGE-Kymographion zur photographischen Aufzeichnung. Die Zeitschreibung erfolgt automatisch durch das Kymographion.

Zu Beginn des Experimentes wird die Ausgangslänge l_0 bestimmt, indem der anfangs schlaff aufgehängte Muskelring ganz langsam gedehnt wird. Beim ersten Auftreten eines Spannungsausschlages liest man den Abstand zwischen oberer und unterer Aufhängung in Millimeter auf einer eingebauten Messuhr ab.

Um die Elastizität auf die beschriebene Weise untersuchen zu können, müssen gleichzeitig wirksame plastische Effekte ausgeschaltet werden. Dies erreicht man, indem man das Präparat vor dem Versuch durch wiederholte Dehnungen und Entdehnungen vorbehandelt. Erst wenn ein Spannungsniveau von ca 100 g ohne wesentlichen Verlust über längere Dauer gehalten wird (die Kohäsionsgrenze lag durchschnittlich bei 130 g), beginnt der eigentliche Versuch.

Registriert wird der Spannungsabfall bei einer plötzlichen Entdehnung des Muskelringes um $\Delta l = 0,3$ mm auf verschiedenem Spannungsniveau. Von hoher Spannung ausgehend, werden immer niedrigere Werte untersucht. Auf diese Weise kann ein Einfluss einer in geringem Masse noch vorhandenen Plastizität auf die Spannungskurve ausgeschlossen werden. Man erhält Kurven, wie sie in Abb. 2 und 3 dargestellt sind.

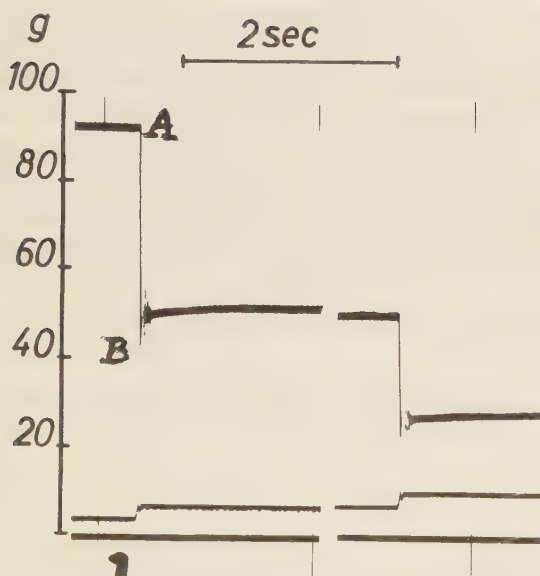


Abb. 2: Originalkurve einer "plötzlichen Entdehnung" bei hoher Ausgangsspannung.

Abb. 3: Die gleiche Kurve bei niedriger Ausgangsspannung.

Bei der Auswertung misst man die Grösse von k_1 (in Abb. 2 Abstand der O-Linie von A) und die Grösse von k_2 (in Abb. 2 Abstand der O-Linie von B) und erhält aus $k_1 - k_2 = \Delta k$ den jeweiligen Spannungsabfall. Diese Werte in Millimeter werden später anhand von entsprechenden Eichkurven in Gramm umgerechnet. Schliesslich kann man zur Kontrolle der Längenänderung diese aus $l_1 - l_2 = \Delta l$ (siehe Abb. 2) bestimmen.

Zur Untersuchung kamen:

- 10 Uteri normaler geschlechtsreifer Kaninchen
- 4 Uteri kastrierter - und
- 4 Uteri gravider Kaninchen

Die kastrierten Tiere wurden 30 Tage nach der beidseitigen Ovariectomie zur Untersuchung herangezogen. Die Uteri der schwangeren Tiere wurden zu verschiedenen Zeitpunkten der Schwangerschaft - alle jedoch im letzten

ERGEBNISSE

Die Abbildungen 2 und 3 zeigen Originalkurven, wie sie für verschiedene Spannungsstufen aufgezeichnet wurden. Beide Kurven stammen vom selben Versuch. Im ersten Fall beträgt die Ausgangsspannung 92 g, im zweiten Fall 48 g. Bei A wird der Muskel um eine Länge von $\Delta l = 0,3$ mm entdehnt. Die Spannung fällt dabei steil bis zum Punkt B ab. Sie steigt nach dem Entdehnungsvorgang wieder leicht an (Release-Recovery-Phänomen nach A. V. HILL).

Die Längenänderung ist aus der gleichzeitig aufgetragenen Längenkurve zu ersehen.

Stellt man den Spannungsabfall in Abhängigkeit von der jeweiligen Ausgangsspannung k_1 graphisch dar, so erhält man ein Diagramm, wie es in Abb. 4 dargestellt ist.

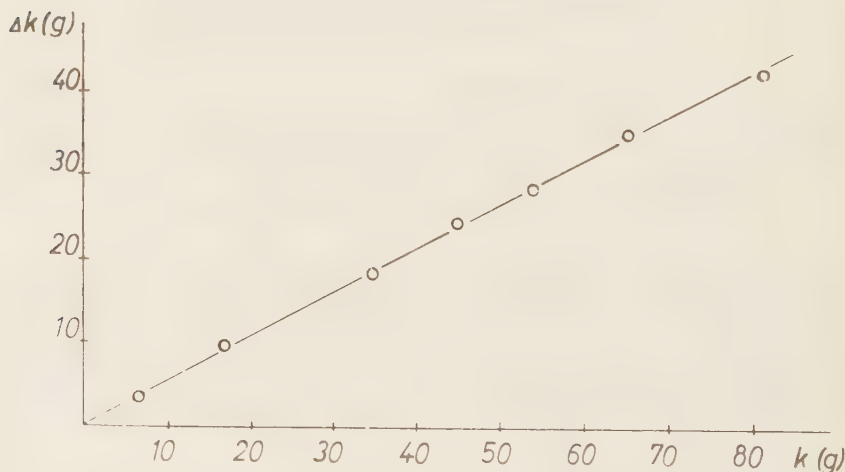


Abb. 4: Steifheitskurve für das Myometrium eines normalen Kaninchens. Es wurde der Spannungsabfall Δk in Abhängigkeit von der Ausgangsspannung k_1 aufgetragen.

Dabei wurden die Messpunkte eines Versuches immer aus drei Serien von Releases gewonnen, die bei stufenweiser Entdehnung aufgenommen wurden. Verbindet man diese aus den drei Teilversuchen gewonnenen Punkte, so bildet die Verbindungslinie eine Gerade. Die Steilheit der Gerade ist ein Ausdruck für die Steifheit des untersuchten Objektes.

In Abb. 5 sind die Steifheitskurven für die 10 Versuche am Uterus normaler geschlechtsreifer Tiere auf einem Diagramm dargestellt. Die dabei auftretende Abweichung der Kurven voneinander ist so gross, dass sich der Spannungsabfall Δk bei einer Ausgangsspannung von 80 g maximal um 16 g unterscheidet. Das entspricht einer Streuung von 20 %.

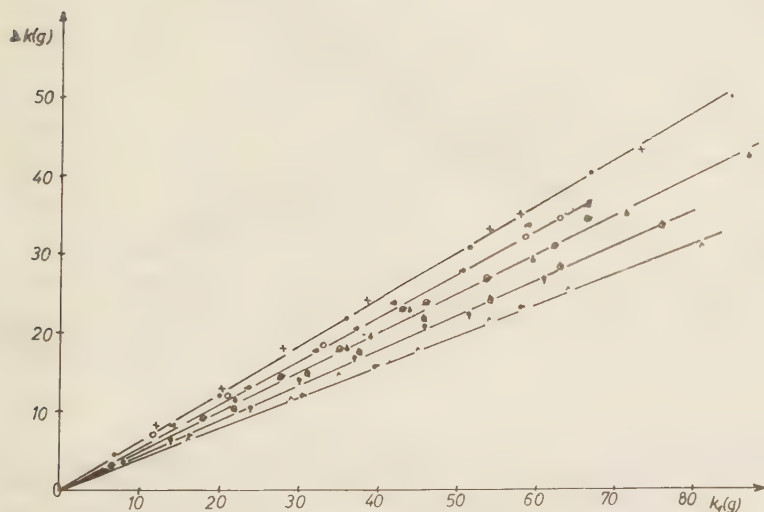


Abb.5

Abb. 5: Die Steifheitskurven (Spannungsabfall Δk in Abhängigkeit von der Ausgangsspannung k_1) für 10 Versuche am Uterus normaler Tiere. In 4 Fällen wurden die Messpunkte mehrerer deckungsgleicher Versuche durch eine einzige Gerade verbunden.

Abb. 6 zeigt die Steifheitskurve der vier Uteri kastrierter Kaninchen. In ihrer Neigung liegen sie deutlich über denen der normalen Tiere. Die Streubreite ist dabei geringer: sie beträgt bei einer Ausgangsspannung von wiederum 80 g nur maximal 9 g.

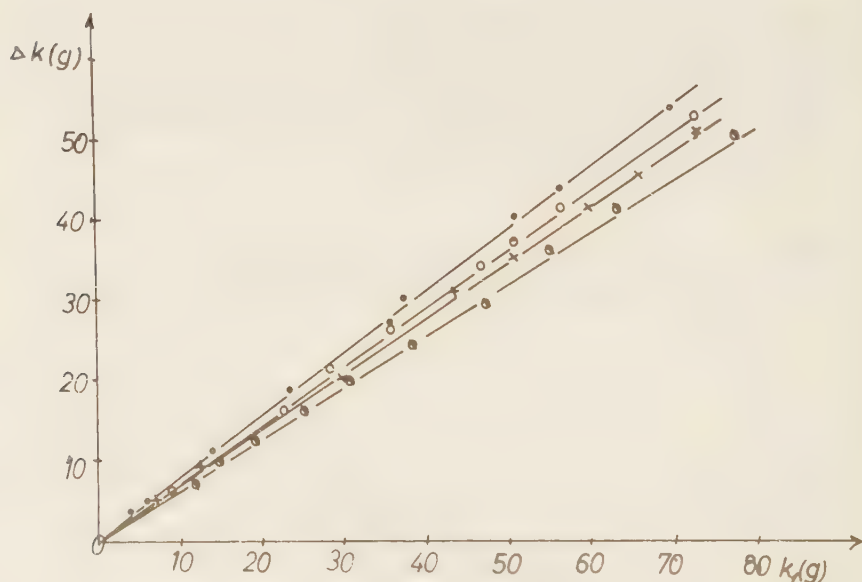


Abb. 6: Die Steifheitskurve für 4 Versuche am Myometrium kastrierte Kaninchen. Der Spannungsabfall Δk in Abhängigkeit von der Ausgangsspannung k_1 .

Abb. 7 zeigt die Steifheitskurven für vier Versuche, bei denen das Myometrium gravidier Tiere untersucht wurde. Während die Abweichung der Kurven untereinander der der Normaltiere entspricht, verlaufen sie insgesamt flacher als diese.

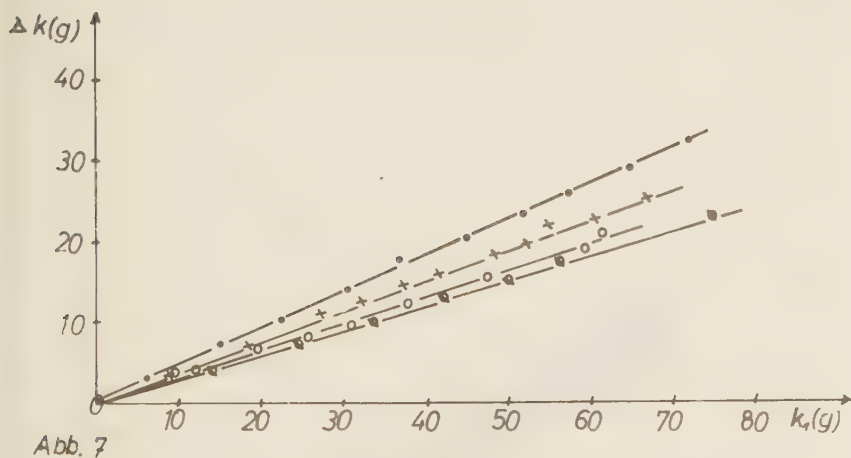


Abb. 7: Die Steifheitskurven für 4 Versuche am Uterus gravidier Kaninchen.

Abb. 8 veranschaulicht das Ergebnis eines Versuches, bei dem zwei Muskelringe verschiedenen Querschnitts - jedoch von demselben Uterus stammend - untersucht wurden. Die in Abb. 8 mit o angegebenen Werte stammen von einem Versuch, bei dem die beiden Muskelringe gleichzeitig untersucht wurden. Die Steifheitskurve für alle drei Versuche verläuft deckungsgleich.

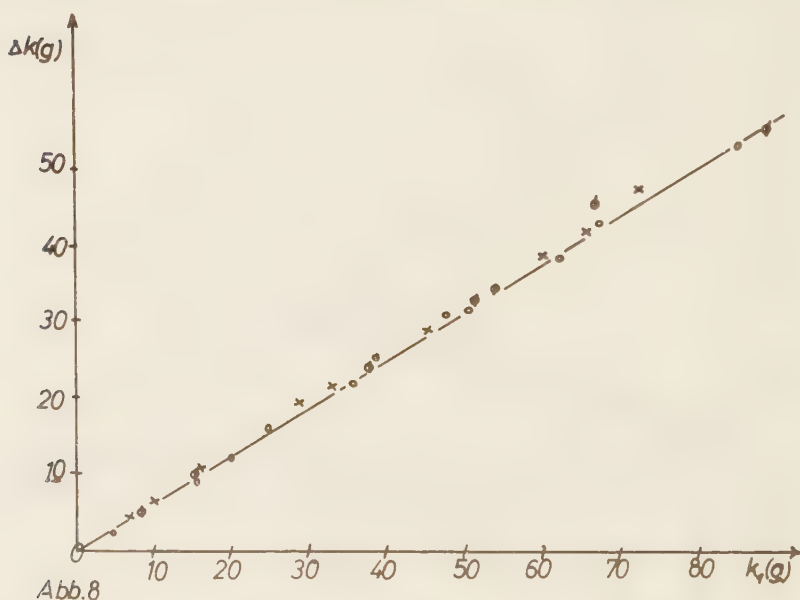


Abb. 8: Steifheitskurve für drei Versuche mit Muskelstücken verschiedenen Querschnitts, jedoch vom selben Uterus stammend.

(+ = dicker ϕ , o = dünner, ϕ = Experiment, bei dem beide Muskelstücke zugleich untersucht wurden)

In der Abbildung 9 wurden die Ergebnisse aller der Arbeit zu Grunde liegenden Tierversuche gegenübergestellt. Der schraffierte Sektor (B) entspricht dem Streubereich der 10 Steifheitskurven, die aus den Versuchen am Myometrium normaler geschlechtsreifer Kaninchen gewonnen wurden.

Die Steifheitskurven aus den 4 Versuchen am Uterus kastrierter Kaninchen verlaufen deutlich steiler (A).

Die Steifheitskurven, die den Versuchen an schwangeren Uteri entsprechen, liegen dagegen in einem breiten Streubereich (C) unter denen der Normaltiere.

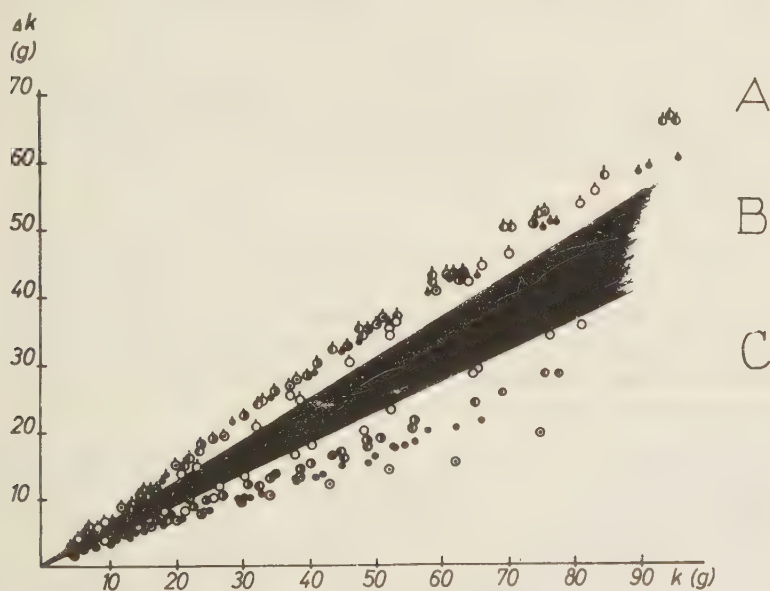


Abb. 9: Die Steifheitskurven sämtlicher Versuche.

(A = kastrierte Tiere;

B = Normaltiere;

C = schwangere Tiere.)

DISKUSSION

Der Muskel ist kein ideal elastischer Körper. Deshalb wird die Elastizität eines Muskels nicht durch das YOUNG'sche Modul angegeben, sondern man misst die Steifheit

$$s = \Delta k / \Delta l.$$

Unter der Steifheit eines Muskels versteht man die Beziehung zwischen einer Längenänderung und der dabei auftretenden Spannungsänderung. Der reziproke Wert der Steifheit ist die Dehnbarkeit $\Delta l / \Delta k$.

Der Spannungsabfall Δk ist bei immer gleicher Längenänderung Δl ein Mass für die dynamische Steifheit eines Muskels. (REICHEL, ZIMMER und BLEICHERT (9)) - Die dynamische Steifheit ist von der Ausgangsspannung k_1 (BUCHTHAL und KAISER (1), REICHEL und ZIMMER (8)) (vgl. Abb. 4!) abhängig.

Es war notwendig, zu untersuchen, ob die verschiedenen Dimensionen der einzelnen Versuchspräparate überhaupt einen direkten Vergleich zulassen. Die Unterschiede in der Ausgangslänge waren mit weniger als 10 % so gering, dass ich sie unberücksichtigt liess. Der Querschnitt der Muskelringe war im Experiment nicht exakt bestimmbar; deshalb wurde sein Einfluss auf die Steifheit besonders untersucht:

Vom gleichen Uterus wurden zwei Muskelringe mit verschiedenem Querschnitt getrennt untersucht. Ihre Steifheitskurven sind in Abb. 8 mit + und ϕ aufgezeichnet. Die mit o angegebenen Werte in diesem Diagramm stammen aus einem Experiment, bei dem die beiden Präparate gleichzeitig untersucht wurden. Alle drei Kurven in Abb. 8 verlaufen deckungsgleich, womit gezeigt worden ist, dass der Querschnitt der Präparate keinen wesentlichen Einfluss auf den Verlauf der Steifheitskurve hat. Die Methode ist demnach für vergleichende Elastizitätsuntersuchungen an verschiedenen Uteruspräparaten geeignet.

Die dynamische Steifheit des Muskels ist durch die Neigung der Steifheitskurve gegeben. Da letztere einen direkten Vergleich zwischen verschiedenen Muskelpräparaten zulässt, erfahren die Steifheitskurven der normalen (Abb. 5), der kastrierten (Abb. 6) und der schwangeren Kaninchen (Abb. 7) die folgende Deutung.

Ein Vergleich der Abbildungen 5 und 6 zeigt, dass die Uterusmuskulatur kastrierter Kaninchen eine grössere Steifheit aufweist als die von normalen Tieren. Die Ovarialhormone haben demnach neben ihrer Wirkung auf das Endometrium auch einen Einfluss auf die elastischen Eigenschaften des Myometriums. Und zwar bewirkt ihr Vorhandensein eine Zunahme der Dehnbarkeit oder - was das gleiche ist - eine Abnahme der Steifheit.

Eine besondere Bedeutung kommt dem Befund am graviden Uterus zu. Abb. 9 veranschaulicht die deutliche Steigerung der Dehnbarkeit vom schwangeren Kaninchenuterus gegenüber dem nichtschwangeren Kaninchen (Abb. 5).

Das hypertrophisch-hyperplastische Wachstum des graviden Uterus, wie es S. R. M. REYNOLDS beschrieben hat, vermag allein die Vergrösserung des Organs bei gleichem Innendruck nicht zu erklären. Die grössere Dehnbarkeit des Myometriums, die eine zusätzliche Änderung anderer mechanischer Eigenschaften nicht ausschliesst, gibt uns jetzt jedoch einen weiteren Anhalt für unser Verständnis jener aussergewöhnlichen Organleistung. Die Frage, ob ausser den Ovarialhormonen noch andere Hormone dabei eine Rolle spielen, bedarf noch der Klärung.

Bei der Betrachtung der Steifheitskurven der Normaltiere fiel die starke Abweichung der einzelnen Kurven untereinander auf. Sie lässt sich mit ihren maximal 20 % durch die "biologische Streubreite" allein nicht erklären. Auch die Abweichung der Steifheitskurven bei den schwangeren Kaninchen bedarf einer anderen Deutung. Wir wissen, dass das geschlechtsreife weibliche Kaninchen nicht wie andere Nagetiere einem geregelten Einfluss der Ovarialhormone im Sinne eines Geschlechtszyklus unterworfen ist (KNAUS (6)). Vielmehr zeigten gleichzeitige unveröffentlichte Untersuchungen am Vaginalepithel (KONIETZKO (7)) ein durchaus unregelmässiges, buntes Bild. Wir können daraus auf eine unregelmässige Beeinflussung von Seiten der Ovarialhormone beim Kaninchen schliessen. Ein solch unregelmässiger Einfluss der Ovarialhormone auf das Myometrium erklärt nach dem oben gesagten zwanglos jene ungewöhnliche Streubreite bei den normalen und schwangeren Kaninchen. Die Tatsache, dass sich die Abweichung bei den ovariectomierten Tieren dagegen innerhalb der "biologischen Streubreite" bewegt, spricht für die Richtigkeit dieser Deutung.

Bei den schwangeren Tieren lag es nahe, anzunehmen, dass die verschiedene Dauer der den einzelnen Versuchen vorangegangenen Schwangerschaft eine Erklärung für jene Streuung bietet. Diese Vermutung bestätigte sich insofern nicht, als die Steifheitskurven zweier am 17. bzw. 21. Tag der Schwangerschaft untersuchten Tiere zwischen den Kurven zweier Tiere liegen, die beide am 25. Tag der Schwangerschaft zum Versuch herangezogen wurden.

ZUSAMMENFASSUNG

Das Myometrium von 10 normalen geschlechtsreifen, 4 kastrierten und 4 schwangeren Kaninchen wurde auf seine elastischen Eigenschaften untersucht.

Dabei wurden isometrisch angeordneten Muskelpräparaten bei verschiedenen Ausgangsspannungen gleiche Längenänderungen aufgezwungen. Gemessen wurde jeweils der Spannungsabfall, der im Muskel bei einer "plötzlichen Entdehnung" auftrat. Aus der Beziehung zwischen Ausgangsspannung und Spannungsabfall ergaben sich Steifheitskurven, deren Neigung sich als ein Mass für die dynamische Steifheit herausstellte. Die Steifheitskurven sind geeignet zum Vergleich der elastischen Eigenschaften verschiedener Muskelpräparate.

Es ergab sich eine erhebliche Zunahme der Dehnbarkeit vom kastrierten über das normale zum schwangeren Tier.

Dieses Ergebnis, sowie die ungewöhnlich starke Streuung der Steifheitskurven von normalen und schwangeren Tieren wird als Beweis dafür angesehen, dass die elastischen Eigenschaften des Myometrium einem hormonellen Einfluss seitens der Ovarialhormone unterworfen sind.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. W. BICKENBACH für die Übernahme des Referates zu danken.

Ganz besonders danke ich aber Herrn Dr. F. ZIMMER für die Überlassung des Themas und für die wirklich zu jeder Zeit freundlich gewährte Hilfe.

LITERATUR

1. BUCHTHAL u. KAISER, E.:
Acta physiol. Scand. 8, 38 (1944)
2. CSAPO, A.: Modern Trends in Obst. and Gynaec. (2nd Series)
3. CSAPO, A.: "The Mechanism of Effect of the Ovarian Steroids"
New York Acad. Press inc. 1956
4. FLEISCH: Arch. exp. Path. 94, 22 (1922)
5. HILL, A.V.: Proc. Roy. Soc. 141, 104 (1953)
6. KNAUS, H.: "Die Physiologie der Fortpflanzung"
7. KONIETZKO, H.: Unveröffentliche Diss. 1958
8. REICHEL, H. u. ZIMMER, F.:
Ztschr. Biol. 108, 4, 294 (1956)
9. REICHEL, H., ZIMMER, F. u. BLEICHERT, A.:
Ztschr. Biol. 108, 3, 188 (1956)
10. REYNOLDS, S.R.M.: "Physiology of the Uterus" Paul B. Hoeber,
New York, 1949
11. REYNOLDS, S.R.M.: Anat. Rec. 95, 283 (1947)
12. SZENT-GYÖRGYI, A.:
"Chemical Physiology of Contraction in Body
and Heartmuscle". New York, Acad. Press. inc.
1953

LEBENS LAUF

Ich, Eberhard KALHAMMER, wurde als Sohn des prakt. Arztes Dr. Fritz Kalhammer und seiner Ehefrau Gerda geb. Laux am 18. Mai 1935 in Bihlerdorf, Gemeinde Gunzesried, Kreis Sonthofen/Allgäu, geboren. Seit Juli 1935 war mein ständiger Wohnsitz Sonthofen, wo ich von 1941 bis 1945 die Volksschule besuchte. Von 1945 bis 1953 besuchte ich als Fahrschüler die gemeindliche Oberrealschule in Oberstdorf. Dort legte ich im Juni 1953 die Reifeprüfung ab. Mein Medizinstudium begann ich im Wintersemester 1953/54 an der Ludwig-Maximilians-Universität in München. Im Februar 1956 legte ich in München die ärztliche Vorprüfung ab. Die folgenden vier klinischen Semester studierte ich ebenfalls an der Universität München. Die beiden letzten Semester studierte ich an der Albert-Ludwigs-Universität in Freiburg im Breisgau. Das Medizinische Staatsexamen legte ich im Frühjahr 1959 in München ab.

